云 南 植 物 研 究 2003，25（3）：285～296
Acta Botanica Yunnanica

中国大型高等真菌生物多样性的关键类群*

刘培贵，王向华，于富强，郑焕娣，陈娟
（中国科学院昆明植物研究所，云南 昆明 650204）

摘要：由于生物多样性的关键类群在科学研究、社会经济及生态系统中所处的重要地位，有必要对其进行筛选和确定。在多年的野外考察和有关文献资料分析的基础上，参照植物和动物关键类群的划分原理及方法，结合高等真菌的特点将大型高等真菌划分为3种类型：濒危类群、重大科学价值类群和重要经济类群。其中，濒危类群指在近年的考察和报告中发现的数量急剧减少或由于过度的采集资源明显受到威胁的种类，其中有虫草属（*Cordyceps*）的中华虫草（*C. sinensis*）、块菌属（*Tuber*）的中华块菌（*T. sinense*）、假下陷块菌（*T. pseudoexcavatum*）、喜马拉雅块菌（*T. himalayense*）、革菌属（*Thelephora*）的干巴菌（*T. ganbajun*）、口蘑属的松茸（*Tricholoma matsutake*）及其近缘种和蒙古口蘑（*T. mongolicum*）；重大科学价值类群指在真菌系统演化或与动、植物和其它真菌协同进化中的一些重要类群，或在应用研究领域具重要价值的类群，如鸡㙡菌属（*Termitomyces*）、鹅膏属（*Amanita*）、腹菌与伞菌的过渡类型如地红菇属（*Macowanites*）、粉褶包属（*Richoniella*）、轴腹菌属（*Hydnangium*）、腹牛肝菌属（*Gastroboletus*）等、牛肝菌类中的一些特殊单种属和寡种属如圆花孢牛肝菌属（*Heimiella*）、圆孔牛肝菌属（*Gyroporus*）等；重要经济类群指广为利用的食用菌、药用菌和外生菌根菌，其中主要有虫草属的中华虫草、块菌属的中华块菌、鸡㙡菌属盾尖鸡㙡菌（*T. clypeatus*）、鸡㙡菌（*T. eurrhizus*）、球形鸡㙡菌（*T. globulus*）、口蘑属的松茸群及蒙古口蘑、牛肝菌属（*Boletus*）的美味牛肝菌（*B. edulis*）、小美牛肝菌（*B. speciosus*）、茶褐牛肝菌（*B. brunneissimus*）等，乳菇的红汁乳菇（*L. hatsudake*）、松乳菇（*L. deliciosus*）、多汁乳菇（*L. volemus*）、红菇属的变绿红菇（*R. virescens*）、蓝黄红菇（*R. cyanoxantha*）、鹅膏属的红黄鹅膏（*A. hemibapha*）、隐花青鹅膏（*A. manginiana*）、灵芝属（*Ganoderma*）的灵芝（*G. lucidum*）及紫芝（*G. sinense*）、竹荪属（*Dictyophora*）、豆马勃属（*Pisolithus*）的一些种。这些种由于具有重要的经济价值而受到过度的采集，故往往与濒危的种类一致。关键类群的筛选与提出为大型高等真菌的研究、应用和保护提供参考。

关键词：大型高等真菌；濒危类群；重大科学价值类群；重要经济类群
中图分类号：Q 948　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2003)03－0285－12

Key Taxa of Larger Members in Higher Fungi of Biodiversity from China

LIU Pei-Gui，WANG Xiang-Hua，YU Fu-Qiang，ZHENG Huan-Di，CHEN Juan
（*Kunming Institute of Botany*，*Chinese Academy of Sciences*，Kunming 650204，China）

---

* **基金项目**：国家自然科学基金（项目编号30070004）、中国科学院知识创新工程重要方向项目（项目编号KSCX2－SW－101C；KSCX2－1－09－06）及云南省自然科学基金资助项目（项目编号2000C0068M）
收稿日期：2003－03－20，2003－04－24 接受发表
作者简介：刘培贵（1953－）男，山西人，研究员，主要从事高等真菌分类学与资源研究。

Abstract：Among of the vast numbers of fungi，key taxa are of great importance for scientific research，economic development and ecosystem management. It is urgent and necessary to select and determinate key taxa from the species recorded from China. Based on many field investigations and analysis of literature about larger members in higher fungi from China，with reference to the selecting and determining principles and methods used for animals and plants，three types of key taxa were proposed：endangered taxa，important taxa for scientific research and important groups for economy. Endangered taxa are those whose populations have sharply decreased or natural resources are notably imperiled due to excessive collection by human being，such as *Cordyceps sinensis*，*Tuber sinense*，*T. hymalayense*，*T. pseudoexcavatum*，*Thelephora ganbajun*，*Tricholoma matsutake*-group and *T. mongolicum*. Important taxa in science are those with special significance in the research of mycological systematics，evolution，and co-evolution with animals plants or other fungi，or in other applied research areas. Examples of the second type are species of the genera *Termitomyces*，*Amanita*，transition taxa or rare and endemic species，monotypic and oligotypic genera of Gasteromycetes，Agaricales，Boletaceae，such as *Macowanites*，*Richoniella*，*Hydnangium*，*Heimiella*，*Gastroboletus*，*Gyroporus*. Important taxa in economy contain some well-known edible，medicinal and ectomycorrhizal fungi，such as *Cordyceps sinensis*，*Tuber sinense*，*Termitomyces eurrhizus*，*Termitomyces globulus*，*Tricholoma matsutake*-group and *T. mongolicum*，*Boletus edulis*，*B. speciosus*，*B. brunneissimus*，*Lactarius hatsudake*，*L. deliciosus*，*L. volemus*，*Russula virescens*，*R. cyanoxantha*，*Amanita hemibapha*，*A. manginiana*，*Ganoderma lucidum*，*G. sinense* and some species of *Dictyophora* and *Pisolithus*. Due to their high economic value，it is often brought about excessive collection. Therefore important economic taxa are usually in the same category as the endangered taxa. The key taxa selected and proposed here provide a basic reference for research，application and conservation on larger members in higher fungi from China.

Key words：Larger members in higher fungi；Endangered taxa；Important taxa in science；Important taxa in economy

由于生物关键类群在环境生态和人类社会中所具有的特殊意义，其筛选与确定成为生物多样性研究中的重要内容。近年来动物与植物关键类群的确定及筛选已有了一些结果（陈灵芝，1993），然唯独对于真菌的内容没有涉及。半个多世纪以来，随着我国真菌分类及资源调查工作的开展，对大型高等真菌中很多类群的分类、分布和利用有了较多的积累（Chiu，1945，1949；裘维蕃，1957；邓叔群，1963；戴芳澜，1979；Liu，1984；李茹光，1991；李建宗等，1993；卯晓岚等，1993；应建浙和臧穆，1994；应建浙等，1987；毕志树等，1994；袁明生和孙佩琼；1995；臧穆，1996；Yang，1997；庄文颖，1998；赵继鼎，1998；赵继鼎和张小青，2000；刘波，1992，1998；卯晓岚，1998，2000；Zhuang，2001）。仅我国北回归线以南的广大地区，迄今记载的高等真菌就有近1200属、5000余种（杨祝良和臧穆，2003）。这些工作为开展大型高等真菌关键类群的筛选提供了重要的基础材料和依据。近几十年来，随着对这一资源的过度利用和自然环境的破坏及变化，其中的部分类群种群数量显著减少，甚至受到严重威胁。这使得对大型高等真菌中关键类群筛选和确定变得十分必要和迫切。

本文关键类群的划分依据动、植物的划分原理和方法（陈灵芝，1993），即划分为3个类群：濒危类群、重大科学价值类群和重要经济意义类群。分述如下

1 濒危类群（Endangered Taxa）

1.1 子囊菌类（Ascomycota）

1.1.1 虫生真菌（Entomogenous Fungi）

该类中主要为虫草属（*Cordyceps*）的种类。该属全球记载 100 余种，我国报道 39 种（Zang & Kinjo，1998；Zang，2001；梁宗琦等，2003），其中我国及邻近地区特有种占 35.9%，东亚北美分布型占 56.8%。该属的多数种类或寄主的专一性很强，或分布区十分局限，或因杀虫剂的使用使部分种类的寄主数量减少，或受到了过度的采集，故应加强对此类真菌的保护。如冬虫夏草（*C. sinensis*），其分布主要局限于 4 200 m 以上的高山带（Zang，1984），由于是高价位的药用菌，近年来的过度采集已使其生境受到严重破坏，资源明显受到威胁，现已被国家列为首例濒危保护物种。冬虫夏草无性型菌株的名称达 22 个，分属 13 个属（Jiang & Yao，2002；蒋毅和姚一建，2003），有必要进一步澄清和研究此类真菌。

1.1.2 地下菌类（Hypogenous Fungi）

属于此类的主要是块菌属（*Tuber*）的中华块菌（*T. sinense*）、假下陷块菌（*T. pseudoexcavatum*）、印度块菌（*T. indicum*）、喜马拉雅块菌（*T. himalayense*）、假喜马拉雅块菌（*T. pseudohimalayense*）（Wang 等，1998；徐阿生，1999）及会东块菌（*T. huidongense*）（Wang & He，2002）等。由于欧洲市场对块菌的需求旺盛，使得近几年来中国块菌的出口量大增，从而造成了对这一资源的压力。在我国西南，对块菌的采集仍然是原始粗放泛猎式的采集方式，往往将不成熟的子囊果一并采收，并对地被物造成严重破坏。需要彻底改进对该类真菌采集方法，并进行必要的保护和人工促繁。

1.2 担子菌类（Basidiomycota）

1.2.1 非褶菌类（Aphyllophorales）

非褶菌类中的平伏类群在我国已报道近 40 余属，100 余种（邓叔群，1963；戴芳澜，1979；应建浙，1980；Maekawa，1992，1995）。此类中茯苓（*Poria cocos*）及多孔菌属（*Polyporus*）的猪苓（*P. umbellatus*）和雷丸（*P. mylittea*）等均为著名的药用真菌（应建浙等，1987），它们虽然可以实施人工栽培，但由于野生的种类含有较高的有效成分，商品价值高，有必要对它们进行保护。革菌属（*Thelephora*）的干巴菌（*T. ganbajun*）及相近种每年雨季在云南市场大量出售，是云南最为重要的野生食用菌（周彤燊和任玮，1986；臧穆，1987；王向华和刘培贵，2002）。近年来在调查中发现有大量幼嫩的子实体被采集，从而对其繁衍不利。

1.2.2 伞菌类（Agaricales）

鸡㙡菌属（*Termitomyces*）全球报道 40 余种，我国产约 20 种（臧穆，1981；何绍昌，1985；张正富和阮兴业，1986；杨祝良，1990；杨祝良和帅建国，1990；贺新生，1995），大多为美味食用菌。由于其仅产于亚热带、热带地区，且仅生于白蚁巢穴上或废弃的蚁巢上，采收很容易对其自然生物量造成影响。口蘑属（*Tricholoma*）的松茸群（*T. matsutake*-group），我国记载 5 种 1 变种（臧穆，1990；Wang 等，1997；刘培贵等，1999），即松茸（*T. matsutake*），松茸台湾变种（*T. matsutake* var. *formosa*）、黄褐白蘑（*T. fulvocastaneum*）、假松茸（*T. bakamatsutake*）、青冈蕈（*T. quercicola*）和粗壮白蘑（*T. robustum*）。在我国东北地区，

松茸资源由于早年的采集现已趋枯竭。近年来我国西南地区的松茸由于受到来自日本等国际市场的强烈需求，被大量采集，其中特别是那些菌蕾期的子实体，地下菌丝因为不当的采收亦受到了干扰，这使得川、滇、藏交界地区的资源明显受到威胁（刘培贵等，1999）；松茸也已被列入国家濒危保护物种。同属的蒙古白蘑（*T*. *mongolicum*）和黄皮白蘑（*T*. *gambosum*）为草原产珍贵食用菌，主产于我国东北、内蒙中东部、蒙古及俄罗斯阿尔泰草原，与禾草类有共生关系，由于过量的采集，现已日趋减少（刘培贵和宋刚，1993）。

1.2.3 腹菌类（Gasteromycetes）

据初步统计，腹菌类已报道的仅分布于我国及邻近地区的有 70 余种（Liu，1984；刘培贵，1994；刘波，1998），其中我国及邻近地区特有种如：柱孢假笼头菌（*Pseudoclathrus cylindrosporus*）、台北鬼笔（*Phallus taibeinsis*）、大孢鬼笔（*P*. *macrosporus*）、台湾鬼笔（*P*. *formosanus*）、黄鬼笔（*P*. *tenuis*）、有隔鬼笔（*P*. *costatus*）及其变种（*P*. *costatus* var. *epigaeus*）、红托竹荪（*Dictyophora rubrovolvata*）、竹荪（*Dictyophora merulina*）、朱红竹荪（*D*. *cinnabarina*）、爪哇地星（*Geastrum javanicum*）、黑地星（*Geastrum englerianum*）、粗皮灰包（*Lycoperdon stellare*）、中华小马勃（*Calvatiella sinensis*）、中华静灰球（*Bovistella sinensis*）、长孢柄静灰球（*B*. *longi-pedicellata*）、白皮静灰球（*B*. *dealbata*）、云南静灰球（*B*. *yunnanensis*）、细蒙塔假菇（*Montagnea tenuis*）、中华鸟巢菌（*Cyathus sinensis*）、日本美口菌（*Calostoma japonicum*）等，这些种分布范围狭窄，较为稀少。

腹菌类中也不乏我国西北部及北方干旱、半干旱区特有或重要类群，如：大孢鬼笔、细蒙塔假菇、管腔菇包菌（*Gyrophragmium delilei*）、鬼笔状灰钉（*Battarrea phalloides*）、内蒙灰锤（*Tulostoma intramongolicum*）、多变灰锤（*T*. *variisporum*）、具隔灰锤（*T*. *costatum*）、玉林灰锤（*T*. *yulinense*）、沙丘灰锤（*T*. *sabulosum*）、短柄灰锤（*T*. *brevitsipitatum*）、百灵庙裂果菌（*Schizostoma bailingmiaoense*）、乌兰不和裂果菌（*S*. *ulanbuhense*）、登口裂果菌（*S*. *dengkouense*）（Liu，1984）。这些类群生态环境独特，地理分布范围狭窄，自然种群数量稀少。

2 重大科学价值类群（Important Taxa in Science）

属于此类的或为单种属、寡种属，具独特的宏微观特征，且具备与之相近的 2 ~ 3 个类群的重要系统分类特征，在真菌系统学研究中占有重要地位；或与其它真菌或动物或植物共生或寄生于其它生物体上，对研究不同生物类群之间的协同进化具重要意义；或个体发育具有重要特点，在真菌中处于特殊的位置；或在其它相关领域具重要研究价值。

2.1 子囊菌类（Ascomycota）

子囊菌类中的虫生菌、竹生菌、菌生菌由于与昆虫、竹类、真菌形成寄生或共生关系，在研究共生及协同进化机制方面具重要价值。如亚肉座菌属（*Hypocrella*）的许多种类寄生在甲壳虫体上，但竹生亚肉座菌（*H*. *bambusae*）和新近发表的细孢亚肉座菌（*H*. *tenuispora*）的子座上却未发现甲壳虫的痕迹（Liu 等，2001）。肉球菌属（*Engleromyces*）和竹黄属（*Shiraia*）均为生于竹子上的单种属，戈茨肉球菌 *E*. *goetzii* 间断分布于非洲和东亚，形成了十分独特的分布格局（Hawksworth 等，1995；Zang，1986）；还有仅发现产于亚洲热带竹生的寡种属肉果菌属（*Cavimalum*）的印度肉果菌 *C*. *indicum*（臧穆，1996），这

些是研究真菌区系地理的理想材料。竹生真菌绝大多数为药用菌，其子实体内常含有独特的化学成份（Liu 等，2002a），在真菌化学研究及新药研发方面具有很好的前景。虫草属的多数种类生于昆虫体上，少数种类如大团囊虫草（*Cordyceps ophoiglossoides*）、思茅虫草（*C. szemaoensis*）、日本虫草（*C. japonica*）和柔柄虫草（*C. delicatostipitata*）生于子囊菌子实体上（臧穆，2001；梁宗琦等，2003），是研究真菌与动物、真菌与真菌之间相互关系的材料。

生于腐木或其它真菌子实体上的真菌如肉座菌属（*Hypocrea*）（刘培贵等，2000；Liu 等，2002b）及寡种属肉棒菌属（*Podostroma*）（Wang & Liu，2002），它们的无性阶段（无性型）为半知菌的种类，如木霉属（*Trichoderma*）、头孢霉属（*Cephalosporium*）等，是通过发酵生产新的生物酶制剂和药品的重要原料来源（刘培贵等，2000）。对以上类群的生活史进行研究，可查清子囊菌类和半知菌类的对应关系。近来已有分子生物学的工作阐明其有性阶段与无性阶段的对应关系（Kullnig-Grandinger 等，2002）。

炭角菌属（*Xylaria*）的黑柄炭角（*X. nigripes*）子座由地下白蚁废弃的巢穴内菌核长出，故可以作为杀死白蚁的指示真菌。该菌与鸡纵菌及白蚁的自然演替一直是有待回答的问题。该种子座和地下菌核均具有药效（应建浙和臧穆，1994）。

2.2　担子菌类（Basidiomycota）

2.2.1　异担子菌类（Heterobasidiomycetes）

异担子菌类的很多类群形态独特，如拟银耳珊瑚菌属（*Tremellodendropsis*）、原迷孔菌属（*Protodaedalea*），其子实体外形与珊瑚菌类或多孔菌接近，却具有隔的担子。其中的很多类群其系统位置较难确定（Oberwinkler，1972；Wang & Liu，2001），是真菌系统学研究中的关键类群。

2.2.2　同担子菌类（Homobasidiomycetes）

2.2.2.1　非褶菌类（Aphyllophorales）

牛舌菌属（*Fistulina*）全球仅 3 种（Hawksworth 等，1995）。该属子实层体由相互分离的菌管组成，与多孔菌类的其它种类显著不同。多孔菌类中的隐孔菌属（*Cryptoporus*）我国报道 2 种（赵继鼎等，1998；Wu & Zang，2000），其子实层体由包膜覆盖，可作为研究真菌生殖生态适应的材料。地花菌属（*Albatrellus*）地生，菌肉中具有膨大的菌丝，菌丝单系，兼具伞菌与多孔菌类的特征（Canfield & Gilbertson，1971）；拟牛肝菌属（*Boletopsis*）具孔状的子实层体，却具多角瘤突状的担孢子，兼具多孔菌与革菌的特征；簇扇菌属（*Polyozellus*）子实层体似钉菇属（*Gomphus*），孢子则多角形近似革菌类（杨祝良，1992）。以上在研究担子菌主要类群的相互关系方面具有重要意义，故归入具重要科学价值类群中。

灵芝科（Ganodermataceae）我国记载 4 属 98 种，其中我国特有种 84 种（赵继鼎和张小青，2000），特有率高达 85.7%，多数分布于热带、亚热带，表明我国南部可能是该科的分化中心和现代地理分布中心。

多枝瑚菌属（*Multiclavula*）的多数种如美角多枝瑚（*M. calocera*）、中华多枝瑚菌（*M. sinensis*）等与藻类共生。它们既是一类珊瑚菌类地衣，也可独立以真菌的形式生存繁衍（Petersen & Zang，1986；臧穆，1996），是真菌与藻类（蓝藻）共生形成地衣的中间过

渡类群的典型代表，是研究藻类与真菌共生和协同进化的极好材料，也是贫瘠山地的先锋菌类和大气污染监测的指示物种。

2.2.2.2　伞菌类（Agaricales）

牛肝菌类的圆花孢牛肝菌属（*Heimiella*）为一热带属，仅报道 8 种，我国报道 3 种。该属子实体裸果型发育，与条孢牛肝菌属（*Boletellus*）和牛肝菌属（*Boletus*）接近，而其孢子为黄褐色、具近网状的脊，与上述类群均不同。现本属虽已被置于条孢牛肝菌属中（Kirk 等，2001；李泰辉和宋斌，2002），与其它几属在形态上的联系使其成为一个值得深入研究的类群（Corner，1972）。

腹牛肝菌属（*Gastroboletus*），我国报道 1 种（应建浙和臧穆，1994）。该属兼有腹菌类与牛肝菌类的特征。圆孔牛肝菌属（*Gyroporus*）具有中空的菌柄，柄部菌丝在横切面上沿环向排列（Corner，1972），又由于具短椭圆形的孢子和具锁状联合的菌丝，使该属成为牛肝菌类中引人注目的类群。本属内近来发表了一些具独特特征的种如：瘤孢圆孔牛肝菌（*G. tuberculosporus*）（臧穆，1996），有必要对其进行深入的系统分类学研究。小牛肝菌属（*Boletinus*）中的木生小牛肝菌（*B. lignicolus*）以其生于树干或倒木上奇特的生物学特性引起关注（臧穆，1980）。我国特有属华牛肝菌属（*Sinoboletus*），具双层菌管和复式管孔，迄今报道 6 种，即重孔华牛肝菌（*Sinoboletus duplicatoporus*）、褐华牛肝菌（*S. fuscus*）、黔华牛肝菌（*S. guizhouensis*）、前川华牛肝菌（*S. maekawae*）、巨孢华牛肝菌（*S. magniporus*）、叔群华牛肝菌（*S. tengii*）（Zang，1992b，1995；臧穆和刘燕，2002；杨祝良和臧穆，2003）。该属与牛肝菌中同样具有复式管孔的种类之间的关系值得深入研究（李泰辉和宋斌，2002）。绒盖牛肝菌属（*Xerocomus*）我国报道 31 种（含部分异名）（Zang，1996），由于其中的诸多种类兼有相近属如牛肝菌属、条孢牛肝菌属的特征，从而使得该属最近被认为是一个非自然的类群，其中不少种类的分类位置需进一步确定，特别是最近发表于我国的一些新种，如异囊体绒盖牛肝菌（*X. heterocystides*）、迷孔绒盖牛肝菌（*X. subdaedaleus*）等（Ying，1986；Zang，1996）。

鸡㙡菌属是研究真菌与动物之间协同进化的很好材料（Cheo，1948；Rolland-Lefevre 等，2002）。该属间断分布于热带亚洲和热带非洲的地理分布格局也引起真菌学家的兴趣（Pegler，1977；臧穆，1986）。其系统位置尚存疑问（Pegler，1986）。与之相近的我国特有属华鸡㙡菌属（*Sinotermitomyces*），迄今为止报道 5 种（Zang，1981，1992a），仅分布于我国台湾和云南，向南至缅甸，现知有台湾华鸡㙡（*S. taiwanensis*）、肉柄华鸡㙡（*S. carnosus*）、空柄华鸡㙡（*S. cavus*）、灰盖华鸡㙡（*S. griseus*）和糙盖华鸡㙡（*S. rugosiceps*）（杨祝良和臧穆，2003）。该属由于具菌环的空心菌柄与鸡㙡菌相区分，其独特的子实体特征已引起注意（Pegler & Vanhaecke，1994）。

鹅膏属（*Amanita*）仅在我国西南就分布有 50 余种，其中 10 余种（含变种、变型）为中国特有，15 种（含 1 个变型）为东亚特有（Yang，1997，2000），但实际的数目远不止这些（杨祝良，2000）。其独特的子实体发育类型在研究真菌的个体发育中扮演重要角色（Yang & Oberwinkler，1999）。部分种类含有的鹅膏菌毒素在生化及分子生物学研究中具重要价值（陈作红等，1999；包海鹰等，1999）。

红菇科（Russulaceae）的种类由于具有淀粉质的孢子、异质型的子实体组织成为伞菌

中的醒目类，在近年来的分子生物学研究中亦占有一席之地（Miller 等，2001）；寡种属圆孢地花菌属（*Bondarzewia*）我国报道2种（赵继鼎等，1998），其子实层体孔状，而其孢子具淀粉质（amyloid）的小刺，又近似红菇科的种类。同样的还有地红菇属（*Macowanites*），我国报道1种云南地红菇（*M. yunnanensis*）（Zang & Yuan，1999），其子实体生地下，具有腹菌类的发育特征，而其孢子则具淀粉质的纹饰，与红菇类相近。该两属虽被归入红菇科（Russulaceae）（Singer，1986），但其系统位置仍存疑问。

热带亚洲分布单型属绿褶托菇属（*Clarkeinda*）（杨祝良，1991）由于独特的形态特征，其系统学问题尚需深入研究。

2.2.2.3　腹菌类（Gasteromycetes）

内笔菌属（*Endophallus*）为特产于我国的单种属，其独特之处在于子实层体包于三层包被内，外形酷似羊肚菌（*Morchella*）（Zang & Petersen，1989；臧穆和彼特逊，1990），是研究系统演化研究的重要材料。

腹菌类中的地下类群包括层腹菌目（Hymenogastrales）、黑腹菌目（Melanogastrales）、高腹菌目（Gautieriales），全球100余种，我国及其邻近地区特有28种（刘波，1998）。此类真菌的担子果几乎全部地下生或在腐殖质层下生长，大部分种类为菌根菌。其中，粉褶包属（*Richoniella*）具有与伞菌的粉褶菌属（*Entoloma*）相同的多角形的孢子；轴腹菌属（*Hydnangium*）由于具有球形具刺的担孢子和有锁状联合的菌丝，被认为是腹菌型的蜡蘑属（*Laccaria*）；层腹菌属（*Hymenogaster*）、乳腹菌属（*Zelleromyces*）、无索腹菌属（*Martellia*）和裸腹菌属（*Gymnomyces*）的一些重要特征表明它们可能与伞菌类红菇科有着一定的自然联系（Pegler & Young，1979）。腹菌的起源问题一直是真菌系统学研究中的重要内容（戴芳澜，1987；Hibbett & Thorn，2001）。研究以上类群对于搞清子实层裸果型和被果型发育的关系，子实体地下发育和地上发育以及腹菌类与其它担子菌及伞菌类的系统演化关系具有十分重要的意义。

3　重要经济意义类群（Important Taxa in Economy）

在举世公认的五大野生食用菌（美味牛肝菌（*Boletus edulis*）、鸡油菌（*Cantharellus cibarius*）、松茸（*Tricholoma matsutake*）、黑孢块菌（*Tuber melanosporum*）、巨型块菌（*T. magnatum*）（Wang 等，1997）中，除后两者产于欧洲外，其余我国均有分布。

3.1　子囊菌类（Ascomycota）

羊肚菌属（*Morchella*）中的美味羊肚菌（*M. deliciosa*）、黑脉羊肚菌（*M. angusticeps*）、羊肚菌（*M. esculenta*）、西藏羊肚菌（*M. tibetica*）（臧穆，1987）等由于具有独特的口味成为重要的食用菌。块菌属（*Tuber*）我国已报道21种（徐阿生，1999）；其中的中华块菌、假下陷块菌、印度块菌、喜马拉雅块菌和假喜马拉雅块菌近年来成为我国西南地区出口欧洲的重要野生食用菌。麦角菌（*Claviceps purpurea*）寄生于禾本科植物的花序上，形成菌核，俗称麦角，其中含生物碱12种之多，是重要的药物资源（应建浙等，1987；卯晓岚，1998）。虫草属的冬虫夏草、阔孢虫草（*C. crassispora*）、凉山虫草（*C. liangshanensis*）、蝉花（*C. sobolifera*）等均为著名的药用菌（应建浙等，1987）。

3.2　担子菌类（Basidiomycota）

3.2.1 异担子菌类（Heterobasidiomycetes）

此类中木耳属（*Auricularia*）的木耳（*A. auricula*）、毛木耳（*A. polytricha*）、银耳属（*Tremella*）的金耳（*T. aurantialba*）、银耳（*T. fuciformis*）、茶银耳（*T. foliacea*）均为著名的优良食用菌（刘波，1992），且可人工栽培。从其近缘种中寻找有开发潜力的种类，有助于进一步发现更多的优良食用菌。

3.2.2 同担子菌类（Homobasidiomycetes）

3.2.2.1 非褶菌类（Aphyllophorales）

灵芝属（*Ganoderma*）的灵芝（*G. lucidum*）、紫芝（*G. sinense*）、假芝属（*Amauroderma*）的皱盖假芝（*A. rude*）、假芝（*A. rugosum*）、龙须菌属（*Pterula*）的黄龙须菌（*P. capillaris*）、卧生龙须菌（*P. decumbens*）和帚枝龙须菌（*P. penicellata*），为重要药用真菌（应建浙等，1987）。

鸡油菌属（*Cantharellus*）的鸡油菌（*C. cibarius*）、漏斗鸡油菌（*C. infundibuliformis*）、橙红鸡油菌（*C. cinnabarinus*）；喇叭菌属（*Craterellus*）的灰黑喇叭菌（*C. cornucopioides*）和芳香喇叭菌（*C. odoratus*）；齿菌属（*Hydnum*）卷缘齿菌（*H. repandum*）；肉齿菌属（*Sarcodon*）的香肉齿菌（*S. aspratum*）；丛枝瑚属（*Ramaria*）的不少种如淡红丛枝瑚（*R. hemirubella*）、印滇丛枝瑚菌（*R. indo-yunnaniana*）、红柄丛枝瑚菌（*R. sanguinipes*）、亚洲丛枝瑚（*R. asiatica*）；猴头属菌（*Hericium*）的猴头菌（*H. erinaceus*）、针猴头菌（*H. caput-medusae*）、假猴头（*H. lacimiatum*）、革菌属的干巴菌等均为重要的食用菌（王云和谢支锡，1983；Petersen & Zang，1986，1989；王向华和刘培贵，2002）。

3.2.2.2 伞菌类（Agaricales）

著名食用菌有：牛肝菌属牛肝组（Sect. *Boletus*）中的美味牛肝菌（*B. edulis sensu lato*）和灰黑牛肝菌（*B. griseus*）、华美牛肝菌（*B. speciosus*）、血红牛肝菌（*B. rubellus*）、华丽牛肝菌（*B. magnificus*）、茶褐牛肝菌（*B. brunneissimus*）、疣柄牛肝菌属（*Leccinum*）的远东疣柄牛肝菌（*L. extremiorientale*）等。

乳菇属（*Lactarius*）的红汁乳菇（*L. hatsudake*）、松乳菇（*L. deliciosus*）是东北、湖南、湖北及西南地区的重要食用菌，也是松林下的重要外生菌根菌（王云和谢支锡，1983；王向华，2000）。多汁乳菇（*L. volemus*）为北半球广布的食用菌。红菇属（*Russula*）的蓝变绿红菇（*R. virescens*）、黄红菇（*R. cyanoxantha*）、稀褶红菇（*R. nigricans*）是全国各地特别是西南地区重要的食用菌，上述类群也是针、阔叶树种的重要外生菌根菌。

侧耳属（*Pleurotus*）的糙皮侧耳（*P. ostreatus*）、美味侧耳（*P. sapidus*）、金顶侧耳（*P. citrinopileatus*）、蜜环菌（*Armillariella mellea*）及香蘑属（*Lepista*）的部分种是东北地区重要的野生食用菌。

鸡㙡菌属中的常见食用菌有盾尖鸡㙡菌（*T. clypeatus*）、鸡㙡菌（*T. eurrhizus*）、亮盖鸡㙡菌（*T. fuliginosus*）、球形鸡㙡菌（*T. globulus*）、白蚁谷堆鸡㙡（*T. heimii*）、黄皮鸡㙡菌（*T. aurantiacus*）等。鹅膏属的红黄鹅膏（*Amanita hemibapha*）和隐花纹鹅膏（*A. manginiana*）则是常见的美味食用菌（杨祝良，2002）。

在濒危类群中已提到的松茸群是最为重要的野生食用菌。同时该属内的其它一些种类还是草原生态系统的重要成员。

3.2.2.3　腹菌类（Gasteromycetes）

该类中绝大多数为菌根菌，在森林和草原植被恢复与重建中具有重要作用。部分种类可作为食用菌，如黄硬皮马勃（*Scleroderma citrinum*）、彩色豆马勃（*Pisolitus tinctorius*）、竹荪属（*Dictyophora*）的黄裙竹荪（*D. duplicata*）和红托竹荪（*D. rubrovolvata*）等。有些种类的孢子粉具有收敛止血的功效，如马勃属（*Lycoperdon*）、硬皮马勃属（*Scleroderma*）、秃马勃属（*Calvatia*）的部分种类。彩色豆马勃还是植树造林中具重要应用价值的外生菌根菌。

4　结语

我国实际存在的真菌种数及其关键类群远不止上述类群。鉴于文献资料和研究深度及范围所限，筛选的结果中难免存在遗漏和不当。相信随着真菌分类学的开展和调查及研究的深入，会有更多的类群被归入进来。

致谢　美国芝加哥费罗德自然历史博物馆 Dr. Greg Mueller、日本国立科学博物馆 Dr. Yoshimichi Doi 及新西兰皇家作物食品研究所的王云教授提供部分参考文献；本所臧穆教授及杨祝良博士对此文提出了中肯的修改意见，提供了重要参考文献，并进行了十分有益的探讨。

〔参　考　文　献〕

邓叔群，1963. 中国的真菌［M］. 北京：科学出版社

卯晓岚（主编），2000. 中国大型真菌［M］. 郑州：河南科学技术出版社

卯晓岚，1998. 中国经济真菌［M］. 北京：科学技术出版社

卯晓岚，蒋长坪，欧珠次旺，1993. 西藏大型经济真菌［M］. 北京：北京科学技术出版社

刘波（主编），1992. 中国真菌志 第 2 卷 银耳目和花耳目［M］. 北京：科学出版社

刘波（主编），1998. 中国真菌志 第 7 卷 层腹菌目，黑腹菌目，高腹菌目［M］. 北京：科学出版社

庄文颖，1998. 中国真菌志 第 8 卷 核盘菌科，地舌菌科［M］. 北京：科学出版社

毕志树，郑国扬，李泰辉，1994. 广东大型真菌志［M］. 广州：广东科技出版社

应建浙，卯晓岚，马启明等，1987. 中国药用真菌图鉴［M］. 北京：科学出版社

应建浙，臧穆（主编），1994. 西南地区大型经济真菌［M］. 北京：科学出版社

李建宗，胡新文，彭寅斌，1993. 湖南大型真菌志［M］. 长沙：湖南师范大学出版社

李茹光（主编），1991. 吉林省真菌志（第 1 卷·担子菌亚门）［M］. 长春：东北师范大学出版社

陈灵芝（主编），1993. 中国的生物多样性——现状及其保护对策［M］. 北京：科学出版社

赵继鼎，张小青（主编），2000. 中国真菌志 第 18 卷 灵芝科［M］. 北京：科学出版社

赵继鼎，张小青，徐连旺，1998. 中国真菌志 第 3 卷 多孔菌科［M］. 北京：科学出版社

袁明生，孙佩琼，1995. 四川蕈菌［M］. 成都：四川科学技术出版社

裘维蕃，1957. 云南牛肝菌图志［M］. 北京：科学出版社

臧穆（主编），1996. 横断山区真菌［M］. 北京：科学出版社

戴芳澜，1979. 中国真菌总汇［M］. 北京：科学出版社

戴芳澜，1987. 真菌的形态和分类［M］. 北京：科学出版社

Bao HY（包海鹰），Tolgor（图力古尔），Li Y（李玉），1999. Mushroom toxins and its present of utilizational Research［J］. *Journal of Jilin Agricultural University*（吉林农业大学学报），**21**（4）：107—113

Canfield ER，Gilbertson RL，1971. Notes on the genus *Albatrellus* in Arizona［J］. *Mycologia*，**63**（5）：964—971

Chen ZH（**陈作红**），Zhang ZG（**张志光**），Liang SP（**梁宋平**），*et al*.，1999. Separation and HPLC determination of several toxic peptides from four *Amanita* [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**18**（4）：415—419

Cheo CC，1948. Notes on Fungus growing Termites in Yunnan，China [J]. *Lloydia*，**11**：139—147

Chiu WF，1945. The Russulaceae of Yunnan [J]. *Lloydia*，**8**：31—59

Chiu WF，1949. The Amanitaceae of Yunnan [J]. *Sci Rept Tsing Hua Univ* Series B，**3**（3）：165—178

Corner EJH，1972. *Boletus* in Malaysia [M]. Singapore：Government Publishing House

Hawksworth LD，Kirk PM，Sutton BC，*et al*，1995. Ainsworth & Bisby 's Dictionary of the fungi. 8th ed [M]. Oxon：CAB International

He SC（**何绍昌**），1985. Taxonomic studies on *Termitomyces* from Guizhou province of China [J]. *Acta Mycol Sin*（**真菌学报**），**4**（2）：103—108

He XS（**贺新生**），1995. Species and their distribution of the genus *Termitomyces* in China [J]. *Edible Fungi*（**食用菌**），**17**（6）：3—4

Hibbett DS，Thorn RG，2001. Homobasidiomyctes，see Esser K，Lemke PA（Editors），The Mycota VII，Part B，—Systematics and Evolution [M]. Springer：Botanisk Centralbibiotek，121—170

Jiang Y（**蒋毅**），Yao YJ（**姚一建**），2003. Anamorphic fungi related to *Cordyceps* sinensis [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**22**（1）：161—176

Jiang Y，Yao YJ，2002. Names related to *Cordyceps sinensis* anamorph [J]. *Mycotaxon*，**84**：245—253

Kirk PM，Cannon PF，David JC，*et al*，2001. Ainsworth & Bisby 's Dictionary of the Fungi. 9th ed [M]. UK：CAB International，1—655

Kullnig-Grandinger CM，Szakacs G，Kubicek CP，2002. Phylogeny and evolution of the genus *Trichoderma*：a multigene approach [J]. *Mycol Res*，**106**（7）：757—767

Li TH（**李泰辉**），Song B（**宋斌**），2002. Keys to the Bolete genera occurring in China [J]. *Ecologic Science*（**生态科学**），**21**（3）：240—245

Liang ZQ（**梁宗琦**），Liu AY（**刘爱英**），Liu MH（**刘美华**），2003. Two new records of mycogenous *Cordyceps* in China [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**22**（1）：159—160

Liu B，1984. The Gasteromycetes of China [M]. *Nova Hedwigia Heft*，**76**：1—235

Liu JK，Tan JW，Dong ZJ，*et al*.，2002a. Neoengleromycin，a novel compound from *Engleromyces goetzii* [J]. *Helv Chim Acta*，**85**（5）：1439—1442

Liu PG（**刘培贵**），Song G（**宋刚**），1993. Notes on“Kou Mo”Edible Mushrooms（Agaricales）[J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**15**（2）：149—154

Liu PG，Wang XH，Yu FQ，*et al*.，2002b. The Hypocreaceae of China IV. Some new records of the genus *Hypocrea* from China. *Mycotaxon*，**82**：463—474

Liu PG，Wang XH，Li ZQ，*et al*.，2001. Notes on the bambusicolous species of the genus *Hypocrella* from Southwestern China [J]. *Mycotaxon*，**78**：67—74

Liu PG（**刘培贵**），Doi Y（**土居详兑**），Wang XH（**王向华**），*et al*.，2000. The Hypocreaceae of China III. Some fungicolous species of the genus *Hypocrea* [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**19**（3）：317—327

Liu PG（**刘培贵**），Yuan MS（**袁明生**），Wang XH（**王向华**），*et al*.，1999. Notes on the resources of matsutake-group and their reasonable utilization as well as effective conservation in China [J]. *Journal of Natural Resources*（**自然资源学报**），**14**（3）：245—252

Maekawa N，1995. Corticiaceous fungi（Aphyllophorales，Basidiomycotina）collected in Yunnan，China [J]. *Bull Natn Sci Mus* Ser B，**21**（2）：87—94

Maekawa N，1992. Corticiaceous fungi（Aphyllophorales）collected in Lan-Yu，Taiwan [J]. *Rept Tottori Mycol Inst*，**30**：21—25

Milller SL，McClean TM，Walker JF，2001. A molecular phylogeny of the Russulales including agaricoid，gasteroid and pleurotoid taxa [J]. *Mycologia*，**93**（2）：344—354

Oberwinkler F，1972. The relationships between the Tremellales and the Aphyllophorales [J]. *Persoonia*，**7**（1）：1—16

Pegler DN，Vanhaecke M，1994. *Termitomyces* of southeast Asia [J]. *Kew Bull*，**49**（4）：717—736

Pegler DN，1986. Agaric Flora of Sri Lanka [M]. Kew Bull Additional Series XII

Pegler DN，1977. A Preliminary Agaric Flora of East Africa [M]. Kew Bull Additional Series VI

Pegler DN，Young TWK，1979. The gasteriod Russulales [J]. *Trans Brit Mycol Soc*，**72**：353—388

Petersen R，Zang M，1989. *Ramaria* subgenera *Ramaria* and *Laeticolora* in Yunnan [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**11**（4）：363—396

Petersen R，Zang M，1986. New and interesting clavarioid fungi from Yunnan，China [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**8**（2）：281—294

Rouland-Lefevre C，Diouf MN，Brauman A，*et al*.，2002. Phylogenetic relationships in *Termitomyces*（Family Agaricaceae）based on the nucleotide sequence of ITS：A first approach to elucidate the evolutionary history of the symbiosis between fungus-growing termites and their fungi [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*，**22**（3）：423—429

Singer R，1986. The Agaricales in Modern Taxonomy. 4th ed. Koenigstein：Koeltz Scientific Books

Wang XH（**王向华**），2000. A taxonomic study on some commercial species in the genus *Lactarius*（Agaricales）from Yunnan Province，China [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**22**（4）：419—427

Wang XH，Liu PG，2002. The Hypocreaceae of China V. The genus *Podostroma* [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**21**（2）：156—161

Wang XH（**王向华**），Liu PG（**刘培贵**），2002. Resources investigation and studies on the wild commercial fungi in Yunnan [J]. *Biodiversity Science*（**生物多样性**），**10**（3）：318—325

Wang XH，Liu PG，2001. *Protodaedalea*，a new record of China [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**20**（2）：159—162

Wang Y，He XJ，2002. *Tuber huidongense* sp. nov. from China [J]. *Mycotaxon*，**83**：191—194

Wang Y（**王云**），Xie ZX（**谢支锡**），1983. A list of main wild edible fungi in North-Eastern China [J]. *Edible Fungi*（**食用菌**），**5**（2）：1—3

Wang Y，Hall IR，Evans LA，1997. Ectomycorrhizal fungi with edible Fruiting bodies I. *Tricholoma matsutake* and related Fungi [J]. *Economic Botany*，**51**（3）：311—327

Wang Y，Moreno G，Riousset LJ，*et al*.，1998. *Tuber pseudoexcavatum* sp. nov. a new species from China commercialized in Spain，France and Italy with additional comments on Chinese truffles [J]. *Cryptogamic Mycol*，**19**（1-2）：113—120

Wu SH，Zang M，2000. *Cryptoporus sinensis* sp. nov.，a new polypore found in China [J]. *Mycotaxon*，**74**（2）：415—422

Xu AS（**徐阿生**），1999. A taxonomic study of the genus *Tuber* in Xizang [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**18**（4）：361—365

Yang ZL（**杨祝良**），2002. On wild mushroom resources and their utilization in Yunnan Province，Southwestern China [J]. *Journal of natural resources*（**自然资源学报**），**17**（4）：463—469

Yang ZL（**杨祝良**），2000. Species diversity of the genus *Amanita*（Basidiomycetes）in China [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**22**（2）：135—142

Yang ZL（**杨祝良**），2000. On taxonomic studies of the Chinese Amanitae [J]. *Mycosystema*（**菌物系统**），**19**（3）：435—440

Yang ZL，1997. Die *Amanita*-Arten von Südwestchina [M]. Berlin：J. Cramer

Yang ZL（**杨祝良**），1992. *Polyozellus multiplex*（Underwood）Murrill　a rare edible fungus [J]. *Edible Fungi of China*（**中国食用菌**），**11**（2）：intermediate page

Yang ZL（**杨祝良**），1991. *Clarkeinda trachodes*，an agaric new to China [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植物研究**），**13**（3）：279—282

Yang ZL（**杨祝良**），1990. A delicious tropical mushroom　*Termitomyces heimii* [J]. *Edible Fungi of China*（**中国食用菌**），**9**（4）：28

Yang ZL，Oberwinkler F，1999. Die Fruchtköperentwicklung von *Amanita muscaria*（Basidiomycetes） [J]. *Nova Hedwigia*，**68**：441—468

Yang ZL（**杨祝良**），Shuai JG（**帅建国**），1990. A few species of *Termitomyces* from Xishuangbana [J]. *Edible Fungi*（**食用菌**），**12**（6）：2

Yang ZL（**杨祝良**），Zang M（**臧穆**），2003. Tropical affinities of higher fungi in Southern China [J]. *Acta Bot Yunnan*（**云南植

物研究），25（2）：129—144

Ying JZ，1986. New species of the genus *Xerocomus* from China［J］. *Acta Mycol Sin*. Suppl. I **（真菌学增刊）**，309—315

Ying JZ **（应建浙）**，1980. A preliminary studies on the resupinate Aphyllophorales from China［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），2**（3）：241—274

Zang M，2001. Two new tropical mycotaxon from Yunnan，China［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），23**（3）：295—297

Zang M，1996. A contribution to the taxonomy and distribution of the genus *Xerocomus* from China［J］. *Fung Sci*，**11**（1，2）：1—15

Zang M，1995. Observation on the genera *Boletus* and *Sinoboletus* from Southwestern China［J］. *Bull Natn Sci Mus Tokyo* Ser B，**21**（2）：67—74

Zang M，1992a. Contribution to the study on the genus *Sinotermitomyces* from Asia［J］. *Mycotaxon*，**44**：21—26

Zang M，1992b. *Sinoboletus*，a new genus of Boletaceae from China［J］. *Mycotaxon*，**45**：223—227

Zang M **（臧穆）**，1990. A taxonomic and geographic studies on the Song Rong（Matsutake）group and its allied species［J］. *Acta Mycol Sin* **（真菌学报），9**（2）：113—127

Zang M **（臧穆）**，1987. Some new and noteworthy higher fungi from Eastern Himalayas［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），9**（1）：81—88

Zang M **（臧穆）**，1986. The mycogeography of tropical fungi from Yunnan and Tibet［J］. *Acta Mycol Sin* Suppl. I **（真菌学报增刊 I）**，407—418

Zang M，1984. The vertical distribution of *Cordyceps* from E. Himalayas，China［J］. *Mycological Society of America Newsletter*，**35**（1）：46—47

Zang M，1981. *Sinotermitomyces*，a new genus of *Amanitaceae* from Yunnan，China［J］. *Mycotaxon*，**13**（1）：171—174

Zang M **（臧穆）**，1981. Notes on the classification and distribution of *Termitomyces* from Yunnan［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），3**（3）：367—374

Zang M **（臧穆）**，1980. Some new species of Basidiomycetes from the Xizang Autonomous Region of China［J］. *Acta Micro Sin* **（微生物学报），20**（1）：29—34

Zang M，Kinjo N，1998. Notes on the alpine *Cordyceps* of China and nearby nations［J］. *Mycotaxon*，**66**：215—229

Zang M **（臧穆）**，Liu Y **（刘燕）**，2002. A new bolete，*Sinoboletus tengii* from China［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），24**（2）：205—208

Zang M，Yuan MS，1999. Contribution to the knowledge of new basidiomycoteous taxa from China［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），21**（1）：37—42

Zang M **（臧穆）**，Petersen RH **（彼特逊）**，1990. An endemic and edible fungus—*Endophyllus yunnanensis* from China［J］. *Edible Fungi of China* **（中国食用菌），9**（3）：3

Zang M，Petersen R，1989. *Endophallus*，a new genus in the Phallaceae from China［J］. *Mycologia*，**81**（3）：486—489

Zhang ZF **（张正富）**，Ruan XY **（阮兴业）**，1986. A new species—*Termitomyces macrocarpus*［J］. *Acta Mycol Sin* **（真菌学报），5**（1）：10—13

Zhou TS **（周彤燊）**，Ren W **（任玮）**，1986. Taxonomic studies on two edible species of *Thelephora* in Yunnan［J］. *Acta Bot Yunnan* **（云南植物研究），8**（3）：295—297

Zhuang WY（ed.），2001. Higher Fungi of Tropical China［M］. Ithaca：Mycotaxon Ltd